

CONCENTRAR O DIVERSIFICAR EXPORTACIONES: EL CASO DEL COBRE EN CHILE

ALEJANDRO FOXLEY y PETER B. CLARK*

Introducción

Este estudio se refiere a una evaluación cuantitativa de las estrategias de expansión de exportaciones en países que tradicionalmente han dependido de un producto básico de exportación. Las preguntas que intentarán responderse serán: ¿Es razonable desde el punto de vista de los costos y beneficios sociales continuar dependiendo de un sólo producto de exportación? ¿Cuál es el costo de oportunidad en términos del uso de recursos internos implicado por la concentración de exportaciones en un producto frente a la estrategia alternativa de buscar una mayor diversificación?

Usaremos un modelo de programación, al cual introducimos una función de exportaciones no lineal, aproximada linealmente, lo que nos permite medir los efectos de la expansión de exportaciones sobre los ingresos de divisas cuando la expansión es tal que afecta negativamente los precios que prevalecen en los mercados mundiales.

La metodología aquí desarrollada puede utilizarse para analizar, desde el punto de vista del país productor, las ventajas o desventajas de expandir la producción de productos básicos tales como el cobre en Chile, el estaño en Bolivia, el café en Brasil o el petróleo en Venezuela. Hechos recientes como la escasez de productos primarios a nivel mundial y su consecuente efecto positivo en los precios de dichos productos destacan la importancia de una nueva evaluación del problema. Es posible que en el nuevo contexto se justifique una estrategia de expansión en dichos productos de una forma tal que los excedentes provenientes de ella se utilicen para sustentar un proceso de diversificación de exportaciones en una segunda fase.

* Los autores son Director del Centro de Estudios de Planificación (CEPLAN) de la Universidad Católica de Chile y economista del IBRD, respectivamente. El modelo básico fue desarrollado cuando ambos trabajaban en ODEPLAN, a través de un Convenio de Investigaciones conjuntas ODEPLAN-MIT. Ambos autores agradecen la valiosa colaboración de ANA MARÍA JUL en diferentes aspectos del trabajo, así como a ADRIANA FRANCO, quien tuvo a su cargo la computación del modelo. Esta se efectuó en un computador IBM-360 de la Empresa de Computación del Estado (EMCO). Agradecemos también a JUAN EDUARDO HERRERA, de CODELCO, y a VITTORIO CORBO y PATRICIO MELLER del Instituto de Economía U.C. por sus valiosas sugerencias y comentarios. Igualmente a RICARDO FRENCH-DAVIS y ERNESTO TIRONI de CEPLAN. La responsabilidad, sin embargo, es totalmente de los autores.

El caso que específicamente se analiza en este trabajo es el del cobre en Chile. Este provee un buen ejemplo de lo anteriormente dicho. En efecto, la situación en los mercados mundiales de cobre ha sido extraordinariamente favorable para los productores en el período 1966-1970. Entre estos productores, Chile es uno de los más importantes, abasteciendo entre un 12 a 15 % de la oferta mundial; por otra parte, las condiciones favorables en los mercados han inducido a pensar que una nueva expansión de la capacidad productiva (además de las inversiones iniciadas en el año 1967) podría ser conveniente para Chile, como una forma de generar un excedente significativo de divisas, el que invertido adecuadamente en otros sectores podría servir como el factor básico para lograr una diversificación de las exportaciones en un plazo más largo. Adicionalmente, la nacionalización de las riquezas básicas llevada a cabo por el gobierno del Presidente Allende, entre ellas el cobre, hace necesario contar con el mayor número posible de estudios que orienten la toma de decisiones referentes a planes futuros de inversión en este sector nacionalizado.

Además de las consideraciones anteriores, es necesario señalar que desde el punto de vista puramente metodológico el problema es en sí interesante porque se trata de analizar la rentabilidad de expandir la producción en un producto en el cual las decisiones del país productor (Chile) afectan la situación del mercado mundial; y, por lo tanto, los precios a que el cobre podría venderse después de la expansión son diferentes a los que prevalecen antes de ella.

Por otra parte, independientemente de los cambios en la oferta del producto, la demanda mundial de cobre es particularmente sensible a cambios en factores exógenos que afectan a la demanda, lo que introduce un nuevo factor variable en el cálculo de la rentabilidad de los proyectos que pudieran decidirse en el sector y que hay que considerar en el estudio.

Interesa en este trabajo desarrollar una metodología que permita incorporar simultáneamente los factores señalados, aplicándola a evaluar la rentabilidad de expansión en el cobre y a determinar al mismo tiempo cuál sería el punto de equilibrio en que dicha expansión dejaría de ser conveniente por existir mejores usos alternativos de los recursos escasos en otros sectores exportadores.

Para cumplir estos objetivos se utilizará como método de análisis un modelo multisectorial de programación, desarrollado para la economía chilena. Se trata de un modelo lineal, de optimización a 15 sectores. Dadas las características de este modelo (linealidad, grado de agregación en las variables, etc.) los resultados deberán considerarse con cautela. Lo que interesa es fundamentalmente aportar una metodología para el análisis del problema.

2. Descripción de la metodología

a) El modelo básico.

Como se ha señalado en el párrafo anterior, se utilizará un modelo

de programación lineal a 15 sectores, el que ha sido descrito en detalle en otras publicaciones¹.

El modelo asigna tres recursos cuya oferta está limitada. Estos son el ahorro interno, sujeto a una tasa máxima de ahorro marginal obtenible en el período que se estudia; divisas extranjeras, las que provienen de las actividades de exportación y del endeudamiento externo, el que está a su vez limitado a un cierto monto máximo anual; y, por último, la mano de obra, que se considera homogénea y cuya ocupación depende de la productividad de ésta en cada sector de actividad y de los niveles de producción sectoriales. Las inter-relaciones de producción entre sectores están representadas por un sistema de insumo-producto.

La ocupación de la mano de obra está restringida además por la magnitud de la fuerza de trabajo disponible y por el requerimiento de emplear al menos un cierto porcentaje de la mano de obra.

Las divisas extranjeras se utilizan para financiar:

- a) importaciones sectoriales no-competitivas en proporciones fijas que dependen de las tendencias observadas en los últimos años para la economía chilena;
- b) importaciones competitivas en proporciones variables y que permiten un cierto grado de especialización en las importaciones mayor al que muestran las tendencias históricas.

Los requerimientos de inversión se determinan mediante relaciones de capital-producto por sectores. Los incrementos de capacidad sectoriales se convierten en demanda por bienes de capital usando una matriz de composición de la inversión por origen y destino a 15 sectores. La introducción de diferentes períodos de gestación para la inversión, según el sector y el tipo de bien de capital de que se trate, permite dar al modelo algunas características de un modelo dinámico.

En el modelo original, las exportaciones por sectores están fijas y dadas exógenamente. En especificaciones posteriores se permitió que éstas fueran determinadas endógenamente por el modelo, pero dentro de un cierto rango cuyos límites mínimos y máximos estaban determinados por información particular dada en forma exógena para cada tipo de bien².

- b) *La adaptación del modelo básico para evaluar la expansión del sector minería del cobre.*

El estudio de beneficios y costos sociales en el caso de expansión de la

¹ FOXLEY, A., "Desequilibrios Estructurales y Alternativas de Crecimiento para la Economía chilena, en el Período 1970-1980", Tesis Doctoral, Universidad de Wisconsin; del mismo autor, "Opciones de Desarrollo bajo Condiciones de Reducción en la Dependencia Externa", *Trimestre Económico*, México, Marzo 1972; y P. B. CLARK y A. FOXLEY "Target setting with a multisectoral model" en R. ECKAUS y P. ROSENSTEIN-RODAN, *Analysis of Development Problems*, North Holland Press, 1973.

² La determinación exógena de los rangos está basada en una evaluación producto por producto de los máximos previsible de expansión de capacidad instalada para cada producto dentro del período en estudio. Este tipo de especificación se ha usado en P. B. CLARK, A. FOXLEY y A. MARÍA JUI, "Evaluación de Proyectos en un Marco Macroeconómico", *Cuadernos de Economía*, N.º 23, Santiago, Abril 1971.

minería del cobre, obliga a introducir modificaciones al modelo original, las que afectan especialmente la especificación de las exportaciones.

Chile abastece actualmente alrededor de un 12 % de la demanda mundial de cobre. Estimaciones econométricas indican que la elasticidad-precio de la demanda mundial es aproximadamente de -0.5 , con lo que la demanda enfrentada por Chile como productor, sería del orden de $-4,0^{3,4}$.

La situación de oferta y demanda enfrentada por Chile, sería como la que se describe en el Gráfico 1.

Tenemos una curva de demanda en una posición inicial de equilibrio con la oferta en el punto *a*. Este representa la situación de relativo equilibrio observada en el período 1959-1963, en que el precio P_0 fluctuó alrededor de 28 a 32 cts. La producción en este período se mantenía estable alrededor de 540 a 590 mil tons. anuales, lo que representaba una utilización "normal" de la capacidad instalada. Factores exógenos como la guerra de Vietnam y la reactivación económica consiguiente de la economía americana, la fuerte tasa de expansión industrial de Japón y su creciente acceso a los mercados mundiales de cobre, el período relativamente expansivo en que entraron la mayoría de las economías de los países industriales europeos y la huelga en las empresas de cobre en E.E.UU. durante 1967 desplazaron la curva de la demanda a la posición D_1 , lo que, dada la restricción en la oferta, produjo un nuevo equilibrio en el punto *b* a un precio P_1 (que en promedio para el período 1966-70 alcanzó a 55-65 cts.). La expansión de la capacidad productiva por parte de Chile tendría como efecto generar un nuevo precio de equilibrio como el punto *c*, al nivel de P'_1 . El nuevo equilibrio implicaría una expansión en las exportaciones de E_0 a E'_1 .

Los cambios en la especificación del modelo a que hemos hecho referencia anteriormente deberían permitirnos identificar el nuevo punto de equilibrio correspondiente al punto *c* en el Gráfico 1 y, por lo tanto, el margen de expansión rentable en la producción del cobre. Debemos recalcar que, dadas las características del modelo que utilizamos, el nuevo punto de equilibrio se determina dentro de un contexto de equilibrio general, midiendo a través del sistema de insumo-producto, simultáneamente, todos los efectos directos e indirectos provocados por la expansión del cobre y al mismo tiempo los costos de oportunidad o usos alternativos de los recursos implicados en la expansión. El nuevo equilibrio representa, en este sentido, un programa de inversiones eficiente y balanceado desde el punto de vista macro-económico.

Sin embargo, la evaluación sería incompleta y podría inducir a error si no se considerara los posibles cambios en los factores exógenos que des-

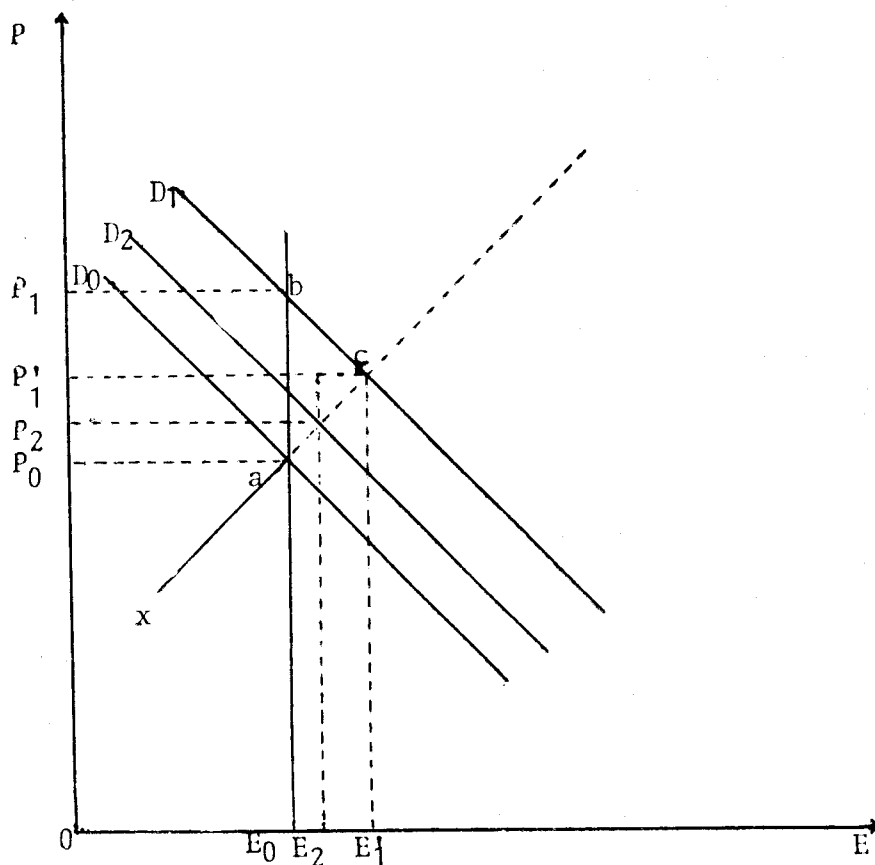
³ "Commodity Research Unit", *Informe Preliminar a la Corporación del Cobre de Chile, 1969*.

⁴ No hubo en el período 1965-70 aumentos importantes en la producción por parte de Chile o de los otros grandes productores, lo que motivó la rigidez en la oferta mundial. En el resto del trabajo, hacemos el supuesto que los otros países productores de cobre expanden su producción a tasas no mayores al de la "expansión normal" de la demanda. Esto es equivalente a suponer que la elasticidad de oferta para los otros productores es cero; en otras palabras, que no hay "respuesta" de éstos ante la expansión de capacidad por parte de Chile. Este es un supuesto razonable por un período de 5 años, pero su validez disminuye para plazos más largos.

plazaron la curva de demanda hasta D_1 y que resultaron en precios extraordinariamente favorables para el cobre en el último quinquenio. Es probable que la tendencia de mediano y largo plazo en el mercado esté en algún punto intermedio entre D_1 y D_0 . La evaluación de la rentabilidad deberá por tanto incluir esos desplazamientos probables en la curva de demanda, lo que se hará introduciendo diferentes hipótesis, referentes a los precios prevalentes en el mercado mundial antes de que la nueva expansión se materialice.

El análisis se complica adicionalmente si se considera que a medida que se incremente la producción chilena de cobre, *ceteris paribus*, aumentará su participación en el total de la oferta mundial, lo que alterará el valor inicial de la elasticidad-precio de la demanda enfrentada por Chile. Esto debería generar un nuevo precio de equilibrio y un nuevo monto para la producción óptima de cobre.

GRÁFICO 1
REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA OFERTA Y DEMANDA
DE COBRE ENFRENTADA POR CHILE



La determinación de este efecto requeriría, desde el punto de vista metodológico, un proceso iterativo en el que se recalculara la elasticidad a partir de una primera solución del modelo y luego reprocesar con los datos obtenidos de esa primera solución. Este procedimiento es bastante obvio, sin embargo no se incluye en el presente trabajo.

Establecida la relación entre cantidad exportada y precio del cobre a través de la elasticidad-precio de la demanda, es necesario analizar ahora el efecto de dicha elasticidad sobre las divisas netas efectivamente generadas por la expansión en la producción del cobre.

Como se señalará en la sección siguiente, es posible encontrar una relación entre la elasticidad-precio de la demanda y la elasticidad-exportaciones de los ingresos de divisas, la que determina para el caso chileno, dado el valor de la elasticidad-precio, una curva como la del Gráfico 2. En ella se establece gráficamente la relación entre la cantidad exportada e ingresos netos de divisas generadas. La curva tiene pendiente positiva que varía a medida que baja el precio del cobre.

De la misma manera, la aproximación lineal a esta curva tiene pendiente positiva, la que se reduce al bajar el precio del cobre. En un modelo en el que sólo un sector (el cobre en este caso) se define a través de una función no lineal, en la que la relación entre cantidad exportada e ingresos de divisas es no proporcional, el problema de eficiencia se reduce a determinar el punto en el cual la expansión de otros sectores es más conveniente que la expansión continuada en las exportaciones de cobre.

La función agregada de ingresos de divisas podría imaginarse como la suma vertical de las funciones proporcionales (para todos los sectores excepto cobre) y la función no proporcional de ingresos de divisas por efecto del cobre.

El Gráfico 2 describe la forma de la función agregada de ingreso de divisas, al sumar las funciones correspondientes a todos los sectores (incluyendo el cobre). La oferta de divisas muestra retornos constantes de escala para todos los sectores excepto el cobre, como se muestra en el Gráfico 2 (otras exportaciones). Cuando esta fuente de divisas se combina con la aproximación lineal a la curva de ingresos de divisas del cobre, resulta la curva agregada (*o*).

El cambio de pendiente en la curva (*o*) ocurre en el punto *a* porque allí se encuentra el límite máximo de expansión en las exportaciones de todos los otros sectores (excepto cobre).

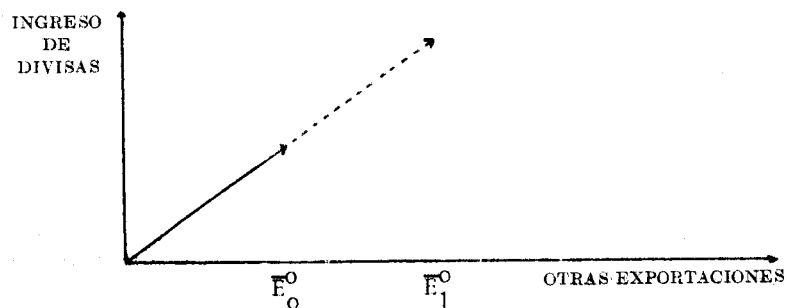
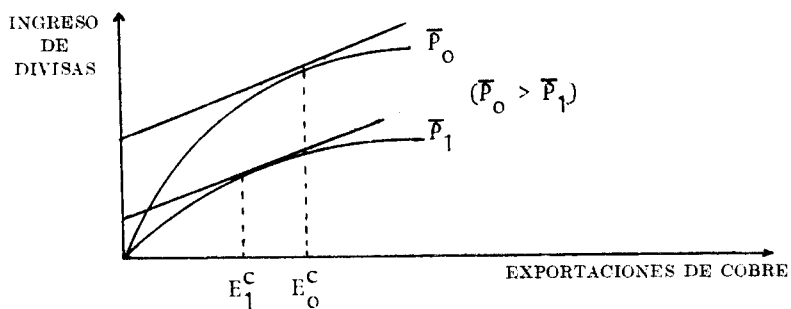
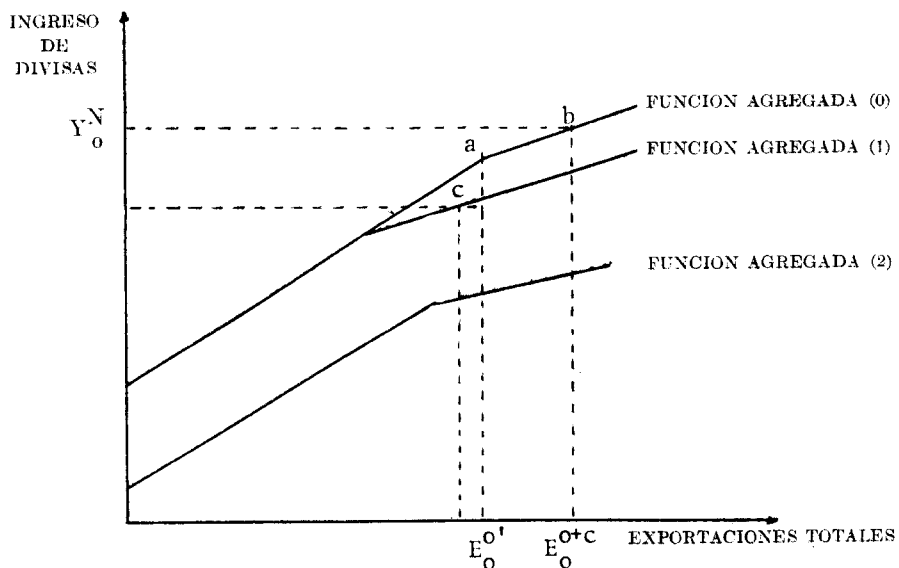
Este límite, que corresponde al valor \bar{E}_0^c , se fija exógenamente en la especificación del modelo.

Bajo las condiciones descritas, las exportaciones de cobre, si son factibles, se incrementarán hasta que la oferta de todos los recursos se termine; o hasta un punto en que el precio-sombra de las divisas se reduzca tanto que ya no sea eficiente aumentar más dichas exportaciones. Esto ocurrirá en el punto *b*. Este equivale a exportar E_0^c de cobre al precio mundial de \bar{P}_c .

Podría también ocurrir que las otras exportaciones no fueran llevadas a su nivel máximo en algunos sectores, debido a la existencia de mejores

GRÁFICO 2

FUNCION INGRESO NETO DE DIVISAS



usos alternativos para los recursos. En este caso, la curva agregada de ingresos de divisas estaría representada por la función 1, y el punto de equilibrio sería e .

Ahora bien, si el precio del cobre bajara hasta \bar{P}_1 , la función de ingresos de divisas por el cobre se desplazaría hacia abajo. En este caso, la función agregada estaría representada por la curva 2.

Lo importante es comprender que al bajar el precio del cobre, es menos eficiente asignar recursos a la expansión del cobre y se hace rentable desarrollar más otros sectores⁵. Lo que este trabajo intenta es aislar la relación entre exportaciones y producción a medida que baja el precio del cobre, alterando la función de ingresos de divisas. El otro cambio posible en esta función estaría causado por cambios en la elasticidad-precio de la demanda de cobre. El efecto sería el de desplazar la función. Sin embargo, este efecto no se considera en nuestro modelo.

c) *Formalización matemática de las relaciones anteriores*⁶.

Dado que nuestro modelo es lineal, se trata de llegar a una expresión del tipo

$$Y_N = c_1 + f \cdot \bar{E} \quad (1)$$

donde

Y_N = Ingresos Netos de Divisas generados por el cobre.

\bar{E} = Exportaciones de cobre a precios constantes.

Debemos recordar que \bar{E} no es fijo; puede variar libremente alrededor de un cierto rango.

$$E_{\text{MIN}} \leq \bar{E} \leq E_{\text{MAX}} \quad (2)$$

donde el valor de \bar{E} será determinado a través de la solución óptima del modelo.

Planteemos una relación logarítmica entre Y_N y \bar{E}

$$\log Y_N = \alpha + \beta \log \bar{E} \quad (3)$$

La elasticidad-exportaciones de los ingresos de divisas es por definición

$$\beta = \frac{dY_N}{Y_N} / \frac{dE}{E} \quad (4)$$

La elasticidad-precio de la demanda es

$$c_p = \frac{dE}{E} / \frac{dP}{P} \quad (5)$$

⁵ Compárese la función agregada (1) y la función agregada (2), al respecto.

⁶ En la derivación de estas relaciones se contó con la valiosa colaboración de ANA MARÍA JUL. Ver, por ejemplo, el documento "Deducción de la Relación entre Elasticidad-Exportaciones del Ingreso de Divisas y la Elasticidad-Precio de la Demanda de Exportaciones de cobre Chileno".

Es posible demostrar la siguiente relación

$$\beta = 1 + \frac{1}{e_p} \quad (6)$$

Sustituyendo en (3) se obtiene

$$\log Y_N = a + \left[1 + \frac{1}{e_p} \right] \log E \quad (7)$$

Linearizando esta función para introducirla al modelo de programación lineal, se obtiene

$$Y_N = -Y_o \left(\frac{1}{ep} \right) + \left[\left(\frac{ep + 1}{ep} \right) \frac{Y_o}{E_o} \right] \times E \quad (8)$$

en que

Y_o = Ingresos Netos de divisas el año inicial.

E_o = Exportaciones a precios constantes el año inicial.

Como $ep = -4$, la recta determinada por (8) tiene pendiente positiva. Esto es, la función Ingresos de Divisas corresponde a una aproximación lineal del Gráfico 2 y las disminuciones en el valor de ep causadas por el incremento de producción, reducirían la pendiente de la función lineal de ingresos de divisas.

Llamemos ci a

$$\left[-Y_o \left(\frac{1}{ep} \right) \right]$$

y fi a

$$\left[\left(\frac{ep + 1}{ep} \right) \frac{Y_o}{E_o} \right]$$

con lo que llegamos a

$$Y_N = ci + fi \bar{E} \quad (9)$$

que es la expresión que introducimos en el modelo para determinar los ingresos provenientes del cobre en función de la cantidad física exportada.

La resolución del modelo con esta modificación no es esencialmente diferente a la que se señala en otros trabajos⁷. En síntesis el modelo escoge un programa equilibrado de inversiones, que implica, entre otros resultados una elección referente al monto óptimo de exportaciones de cobre y la expansión requerida en la capacidad para hacerlo posible. La elección está restringida al rango E_{MIN} y E_{MAX} por la especificación introducida.

Debe recordarse en este punto que estamos resolviendo un problema de programación lineal en el que se maximiza una función (el consumo en el año terminal), sujeto a las restricciones impuestas por la estructura de la

⁷ CLARK, P. B., FOXLEY, A., y JUL, A. M., op. cit.

economía. Esta se representa por un sistema de ecuaciones simultáneas (en este caso, 110 ecuaciones).

La resolución del problema primal nos permite determinar las variables reales como consumo, producción, exportaciones, importaciones, empleo e inversiones para cada uno de los 15 sectores de actividad económica, incluyendo el cobre.

La resolución del problema dual determina un sistema de precios sociales (o precios sombra) asociados a cada una de las ecuaciones del modelo (restricciones). El nivel de cada actividad económica se determina por el cálculo, hecho automáticamente por el modelo, de los beneficios y costos sociales asociados a cada actividad (producción, empleo, exportaciones, etc.). Si los beneficios superan a los costos, la actividad se expande, y lo inverso ocurre si los costos sociales son mayores a los beneficios sociales obtenidos de la actividad.

En el caso de la actividad exportadora, que es la que nos interesa ilustrar más detalladamente, la relación básica que determina su rentabilidad es la siguiente:

$$P_{iP} \leq (P_D + P_{PGB} - P_A) \cdot f_i \quad (10)$$

en que

P_{iP} = precio sombra del producto generado por el sector i .

P_D = precio sombra de las divisas.

P_{PGB} = precio sombra del Producto Geográfico.

P_A = precio sombra del ahorro interno.

f_i = elasticidad-exportaciones de los ingresos de divisas igual a 1 para todos los sectores excepto el cobre⁸.

El precio-sombra del producto representa el costo de producción para cada tipo de bien, medido en términos sociales pero excluyendo el costo de oportunidad del capital. Este se mide a través del precio-sombra del ahorro interno. De esta forma los costos sociales asociados a la producción requerida del sector i para generar una unidad de divisas, se miden como la suma del precio-sombra del producto más el precio-sombra del ahorro.

Los beneficios de la actividad exportadora consisten en la generación de divisas, las que permiten un mayor crecimiento del consumo en el año terminal. Este efecto se mide a través del precio-sombra de las divisas. Un beneficio indirecto adicional consiste en que la mayor disponibilidad de divisas hace crecer el Producto Geográfico Bruto, lo que redundará en una mayor generación de ahorro interno. Como éste también es un recurso escaso, su mayor disponibilidad constituye un beneficio adicional derivado de la actividad exportadora, el que se mide a través del precio-sombra del Producto Geográfico.

⁸ La especificación es suficientemente general como para introducir posteriormente elasticidades para otros productos destinados a mercados más restringidos (como el Mercado Andino por ejemplo) en los que un productor (Chile) podría influir el precio de equilibrio en ese mercado.

Otra forma de visualizar el proceso de evaluación en el modelo sería la siguiente:

La rentabilidad neta generada en un sector de exportación i será igual a los beneficios menos los costos de producción. Los primeros serán igual a la cantidad de *divisas* generadas por cada unidad producida (f_i) multiplicada por el precio-sombra de la divisa (P_D^i) en ese sector; ésto es, $f_i \times P_D^i$.

Los costos por unidad de producción serán la suma de *todos* los costos internos (P_{ID}), obtenidos a partir de la tabla de insumo-producto, más los costos *netos* de capital, es decir, el costo bruto del ahorro interno necesario (P_A) menos el beneficio del mayor ahorro (capital) que se obtiene por el hecho de aumentar el producto (P_{PGB}).

Por lo tanto, los beneficios netos asociados a la exportación serán

$$\pi^{Ei} = f_i P_{ID} - (P_{ID} + f_i [P_A^i - P_{PGB}^i])$$

La forma específica de la ecuación (10) depende de la estructura de las ecuaciones en el modelo y de las sustituciones que en él se hayan efectuado. Mediante sustituciones adecuadas, por ejemplo, se podría haber llegado a que P_D representara el costo de todos los insumos, incluyendo el costo de oportunidad en el uso del capital dado por P_A . Igualmente, P_D podría haber reflejado todos los beneficios, incluyendo el obtenido indirectamente por la expansión del *PGB*.

La introducción de la elasticidad en la función exportaciones hace posible el determinar a partir de la solución óptima el precio de equilibrio del cobre después de la expansión.

En efecto de

$$e_p = \frac{\frac{E - E_o}{E_o}}{\frac{P - P_o}{P_o}} = -4,0 \quad (11)$$

es posible determinar el precio del cobre P como

$$P = \left(\frac{E - 5,0 E_o}{4,0 E_o} \right) P_o \quad (12)$$

en que

P_o = precio del año base⁹.

3. Resultados empíricos

Se resolvió el modelo para el año 1975, tomando 1970 como año base. Se supuso una disponibilidad de ahorro externo máxima de 80 millones de dólares anuales, una tasa marginal de ahorro máximo igual a la histórica

⁹ Notemos nuevamente que nuestra estimación del precio de cobre está algo *distorsionada* por el hecho de que suponemos la elasticidad constante, en lugar de variable, al cambiar la proporción del mercado mundial abastecido por Chile.

(0,15) y una disponibilidad de mano de obra limitada por el tamaño de la fuerza de trabajo.

Se establecieron límites a las posibilidades de expansión en las exportaciones de cobre equivalentes a un 10 %, un 35 % y un 55 % sobre los niveles originalmente planeados para 1971¹⁰. El nivel originalmente esperado para 1971 se toma como límite inferior. El modelo puede, por lo tanto, en soluciones sucesivas escoger el nivel óptimo de expansión entre los límites señalados¹¹.

Las condiciones iniciales de precios del cobre en los mercados mundiales se hicieron variar entre 65 cts. de dólar la libra y 42 cts. Este último precio parecía, según estimaciones de CODELCO, un posible límite inferior en el largo plazo.

Estos precios corresponden a dólares de 1965. Los precios equivalentes en dólares de 1974 estarían entre 99 cts./lb. y 64 cts./lb. En adelante todos los precios se señalan en dólares de 1965.

Los experimentos abarcaron la solución del modelo para cada uno de los límites de expansión y para cada uno de los precios (cada 5 cts.) entre 65 y 42 cts. Los resultados para un precio inicial del cobre de 65 cts. aparecen en el Cuadro 1. En ese Cuadro (como en los siguientes) se indica en la columna LIM *E* si las exportaciones sectoriales se encuentran en su límite máximo (MAX), mínimo (MIN) o en algún nivel intermedio (MIN-MAX). A continuación aparecen las cantidades exportadas en mill. *E* de 1965 (columna *E*) y luego los precios-sombra de la producción sectorial (costo de producción). Sobre estas columnas aparecen los límites máximos introducidos exógenamente para las exportaciones de cobre (3.102, 3.790 y 8.000) respectivamente.

Es posible apreciar que la actividad de exportación de cobre se expande al máximo en las dos primeras soluciones, que corresponden a restricciones superiores de 3.102 y 3.790 para las exportaciones de ese mineral. Cuando ésta sube a 8.000, las exportaciones de cobre llegan a una solución de equilibrio intermedio, al nivel de 4.323 millones de *E*. Los precios de "equilibrio" después de la expansión son de 58,4 cts., 53,3 cts. y 49,4 cts. respectivamente.

¿Cómo es que el modelo llegó a estas soluciones? Habíamos dicho que

¹⁰ Corresponde a las estimaciones de la producción esperada por pleno uso de la capacidad adicional correspondiente a los Programas de Expansión iniciados en 1967. Aunque originalmente se esperaba la maduración de estas inversiones para el año 1971, diferentes problemas técnicos, cuellos de botella en secciones de las plantas y descuidos de la administración antes de la nacionalización, obligarían a inversiones adicionales para lograr que la meta originalmente proyectada para 1971 se cumpliera en el año 1975. Lo que tratamos de evaluar en este trabajo es la conveniencia de programas de expansión adicionales al iniciado en 1967.

¹¹ Para los otros sectores del modelo se determinaron límites mínimos y máximos en forma relativamente arbitraria, aunque en torno a los valores probables de exportaciones para cada sector según las estimaciones de la División de Comercio Exterior de ODEPLAN. Hay que notar que para los sectores Energía, Propiedad de Vivienda, Educación y Salud y Minerales no Metálicos las exportaciones se consideraron fijas. Estos son sectores orientados a satisfacer la demanda interna y sus exportaciones son casi nulas.

el modelo compara los beneficios netos de la actividad de exportación con el costo social de producción del bien que se está exportando. Las exportaciones se expanden mientras los beneficios sean igual o mayor al costo. La evaluación se efectúa a través de la resolución del dual del problema de programación lineal.

Los beneficios netos para todos los sectores, excepto el cobre, son según la ecuación (10):

$$\pi^{\text{Ei}} = P_{\text{F}} + P_{\text{PGB}} - P_{\text{A}} = 2.559 + 0,184 - 1.227 = 1.516$$

puesto que f es igual a la unidad para estos sectores.

Los beneficios netos para el cobre son:

$$\pi^{\text{Ei}} = (P_{\text{F}} + P_{\text{PGB}} - P_{\text{A}}) \cdot f = 1.516 \times 1,09 = 1.652$$

De la comparación de estos valores con los precios-sombra indicados en el Cuadro 1 (que indican el costo social de producción en cada sector), se observa que para el cobre los beneficios son mayores al costo en los dos primeros casos ($E_{\text{MAX}} = 3.102$ y $E_{\text{MAX}} = 3.790$) e igual al costo cuando $E_{\text{MAX}} = 8.000$ y E efectivo = 4.323. Es esta última solución la única que representa un equilibrio real, puesto que en ella el cobre se expande hasta hacer llegar la rentabilidad igual a 0.

El precio de equilibrio se obtiene según la ecuación (12), el cual para la primera solución es

$$\begin{aligned} P &= \frac{E \cdot P_o - 5,0 P_o E_o}{4,0 E_o} = \\ &= \frac{(3.102 - 5,0 \times 2.211) \cdot 65}{4,0 \times 2.211} = 58,4 \text{ cts.} \end{aligned}$$

Así se obtienen los precios de equilibrio de 58,4, 53,3 y 49,4 cts. respectivamente.

La expansión de los otros sectores está determinada por factores similares. Se puede notar que en los dos primeros casos del Cuadro 1, sólo el sector agrícola y transporte no aumentan las exportaciones al máximo por ser su rentabilidad negativa. En el tercer caso, para $E_{\text{MAX}} = 8.000$, el sector Maderas y Papel reduce sus exportaciones del límite máximo al mínimo, es decir pasa de ser una actividad rentable a una con rentabilidad negativa.

Este tipo de comportamiento puede explicarse si se clasifican los sectores de acuerdo a la rentabilidad neta de sus programas de expansión. Tomando el caso en que $\text{LIM } E_{\text{MAX}} = 3.790$ se llega a un ordenamiento en el que, de todos los sectores con rentabilidad positiva, es el de maderas y papel el que sigue al cobre en ese ordenamiento. Como la expansión del cobre al precio de 65 cts. es muy rentable, al levantar el $\text{LIM MAX} = 3.790$ para su expansión y hacerlo = 8.000 el modelo escoge utilizar más recursos de ahorro y divisas en el cobre hasta llegar a su punto de rentabilidad cero. Para poder hacerlo, y dado que tanto el ahorro interno como las divisas requeridas para la expansión son recursos escasos, debe hacerse a expensas de aquel sector donde la rentabilidad social de estos recursos para los nuevos

CUADRO 1
 EVALUACION RENTABILIDAD EXPANSION COBRE, PRECIO 65 cts.; TAM = 0.15, F = 298
 (Cifras en Mill. E° de 1965)
 Precio inicial cobre = 65 cts.

	LÍMITE	E ^{cobre} _{MAX}	= 3.102	LÍMITE	E ^{cobre} _{MAX}	= 3.790	LÍMITE	E ^{cobre} _{MAX}	= 8.000
	LIM E	E	Precio sombra (P _p)	LIM E	E	Precio sombra (P _p)	LIM E	E	Precio sombra (P _p)
Agric.	MIN	128	1,550	MIN	128	1,576	MIN	128	1,798
Cobre	MAX	3,102	1,301	MAX	3,790	1,314	MIN-MAX	4,323	1,626
Resto min.....	MAX	444	1,000	MAX	444	1,011	MAX	444	1,021
Alim. text.	MAX	224	1,169	MAX	224	1,185	MAX	224	1,421
Madera y papel	MAX	386	1,243	MAX	386	1,258	MIN	227	1,502
Mets. básicas	MAX	124	1,056	MAX	124	1,068	MAX	124	1,079
Quím., petr., otros.....	MAX	116	1,097	MAX	116	1,109	MAX	116	1,293
Mec. y met.	MAX	120	1,004	MAX	120	0,983	MAX	120	1,000
Transporte	MIN	172	2,607	MIN	172	2,640	MIN	172	1,827
Com. y Serv.	MAX	266	0,901	MAX	266	0,913	MAX	266	1,136
Beneficio Neto excl. cobre.....			1.516		1.516		1.491		
Beneficio Neto cobre			1.626		1.626		1.626		
Precio de equil. cobre.....			5,4		53,3		49,4		

Nota:

TAM = Tasa de Ahorro Marginal.

F = Endeudamiento Anual Neto del Exterior (mill. E° de 1965).

P_p = Precio sombra del Producto Sectorial (Costo de Producción).

programas de ampliación es más baja con respecto al cobre. Esto ocurre con el sector maderas y papel¹² y por ésto su nivel de exportaciones se lleva al límite inferior cuando el cobre es permitido expandirse al máximo rentable.

Es posible con este método determinar cuál sector seguirá al de maderas y papel como un sector en el cual se eliminarán programas de expansión, de ser necesarios más recursos para el cobre. De acuerdo al orden de rentabilidades éste sería el de Alimentos y Textiles¹³.

Cuando el precio inicial del cobre baja a 60 cts., el comportamiento del modelo es similar, sólo que se llega a una expansión rentable en las exportaciones de cobre algo menor (4.163) lo que libera algunos recursos escasos de ahorro y divisas que pueden ser usadas en el sector más rentable de entre los que sus exportaciones están en el mínimo. Este es, obviamente, maderas y papel, el que puede, en estas nuevas condiciones, volver a exportar hasta su límite máximo. El precio de equilibrio del cobre es en este caso igual a 46,8 cts., es decir, menor al del primer experimento. Estos resultados se indican en el Cuadro 2.

Lo que el modelo está haciendo en las soluciones hasta ahora analizadas es distribuir los recursos escasos de acuerdo a su costo de oportunidad. La movilidad de estos recursos está restringida por los límites exógenamente introducidos para las actividades exportadoras. Estos simulan la relativa rigidez con que cualquier economía se enfrenta para reasignar recursos. El modelo, operando dentro de esas restricciones, usa aquella parte de los recursos que tiene movilidad en los sectores en que su productividad social es más alta.

Los Cuadros 3 y 4 dan los resultados del modelo cuando los precios iniciales del cobre son de 55 y 50 cts. respectivamente, manteniéndose un comportamiento similar al ya analizado en el Cuadro 2, sólo que el ritmo de expansión del cobre es menor a medida que baja el precio inicial.

Cuando el precio inicial es de 42 cts. la rentabilidad social del sector cobre es suficientemente baja como para que nuevos programas de expansión no sean rentables. Las exportaciones se mantienen al nivel mínimo. Como quedan recursos disponibles sin utilizar, éstos se asignan al sector agrícola, cuyas exportaciones estaban en el límite inferior, pero cuya rentabilidad social aumenta al haber recursos de ahorro y divisas desocupadas (Ver Cuadro 5). El precio de equilibrio del cobre es en estas condiciones de 39,1 cts. Las exportaciones agrícolas se incrementan ahora al máximo.

Los resultados que hemos descrito corresponden a puntos de equilibrio entre oferta y demanda, obtenidos por el desplazamiento de la función de

¹² Estos resultados están distorsionados por el hecho que no se incluye para ningún sector los subsidios (drawback) como un costo para la actividad exportadora. Al incluirlos, el ordenamiento en términos de rentabilidad debería variar.

¹³ La rentabilidad social de la expansión de exportaciones en diferentes sectores depende también de la disponibilidad de los recursos escasos. Al hacerse variaciones paramétricas de los montos de divisas y ahorro interno podrían determinarse distintos ordenamientos para las prioridades de exportación. Ver A. FOXLEY, "Opciones de Desarrollo bajo Condiciones de Reducción en la Dependencia Externa", *El Trimestre Económico*, México, Marzo 1972; y A. FOXLEY, P. CLARCK y A. JUL, op. cit.

CUADRO 2

EVALUACION RENTABILIDAD EXPANSION COBRE,
 PRECIO = 60 cts., TAM = 0,15, F = 298

(Cifras en Mill. E° de 1965)

Precio inicial cobre = 60 cts.

Límite E_{MAX} = 8.000

	LIM E	E	Precio sombra
Agric.	MIN	128	1.852
Cobre	MIN-MAX	4.163	1.523
Resto min.	MAX	441	1.027
Alim., text.	MAX	224	1.378
Madera, papel	MAX	386	1.418
Mets. básicas	MAX	124	1.085
Quím., petr., otros	MAX	116	1.225
Mec. y Met.	MAX	120	1.004
Transporte	MIN	172	1.839
Com. y Serv.	MAX	266	2.062
Rentab. neta excl. cobre . . .		1.508	
Rentab. neta cobre		1.523	
Precio equil. cobre		46,8	

CUADRO 3

EVALUACION RENTABILIDAD EXPANSION COBRE,
 PRECIO = 55 cts., TAM = 0,15 F = 298

(Cifras en Mill. E° de 1965)

Precio inicial cobre = 55 cts.

Límite E_{MAX} = 8.000

	LIM E	E	Precio sombra
Agric.	MIN	128	1.673
Cobre	MIN-MAX	4.101	1.397
Resto Min.	MAX	441	1.048
Alim. text.	MAX	224	1.255
Madera, papel	MAX	386	1.314
Mets. básicas	MAX	124	1.107
Quím. petr. otros	MAX	116	1.150
Mec. y Met.	MAX	120	1.021
Transporte	MIN	172	2.184
Com. y Serv.	MAX	266	0.966
Rentab. neta excl. cobre . . .		1.514	
Rentab. neta cobre		1.397	
Precio equil. cobre		43,2	

CUADRO 4

EVALUACION RENTABILIDAD EXPANSION COBRE,

PRECIO = 50 cts., TAM = 0,15; F = 298

(Cifras en Mill. E° de 1965)

Precio inicial cobre = 50 cts.

Límite E_{MAX} = 3.102

	LIM E	E	Precio sombra
Agric.	MIN	128	1.536
Cobre	MIN-MAX	3.099	1.282
Resto min.	MAX	444	0.992
Alim. text.	MAX	224	1.157
Madera, papel	MAX	386	1.229
Mets. básicas	MAX	124	1.048
Quim. petr. otros	MAX	116	1.087
Mec. y met.	MAX	120	0.996
Transporte	MIN	172	2.589
Com. y Serv.	MAX	266	0.892
Rentab. neta excl. cobre ..		1.526	
Rentab. neta cobre		1.282	
Precio equil. cobre		44,9	

CUADRO 5

EVALUACION RENTABILIDAD EXPANSION COBRE,

PRECIO = 42 cts., TAM = 0,15; F = 298

(Cifras en Mill. E° de 1965)

Precio inicial cobre = 42 cts.

Límite E_{MAX} = 3.102

	LIM E	E	Precio sombra
Agric.	MAX	156	1.438
Cobre	MIN	2.821	1.247
Resto min.	MAX	444	0.955
Alim. text.	MAX	224	1.096
Madera, papel	MAX	386	1.195
Mets. básicas	MIN-MAX	110	1.581
Quim. petr. otros	MAX	116	1.046
Mec. y met.	MAX	120	1.043
Transporte	MIN	172	2.473
Com. y Serv.	MAX	266	0.846
Rentab. neta excl. cobre ..		1.580	
Rentab. neta cobre		1.074	
Precio equil. cobre		39,1	

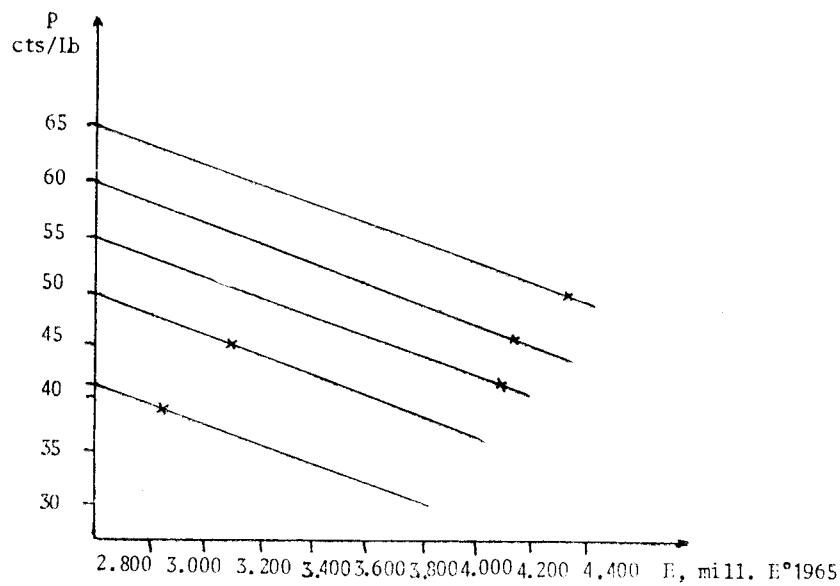
CUADRO 6

PUNTOS DE EQUILIBRIO ENTRE LA OFERTA
Y LA DEMANDA ENFRENTADAS POR CHILE

EXPORTACIONES mill. E° de 1965	PRECIO cts./lb.	PRECIO INICIAL cts./lb.
4.323	49,4	65
4.163	46,8	60
4.101	43,2	55
3.099	45,0	50
2.821	39,1	42

GRÁFICO 3

PUNTOS DE EQUILIBRIO ENTRE OFERTA Y DEMANDA
PARA DISTINTOS PRECIOS DEL COBRE



demanda, al variar los factores exógenos que determinan la posición de esa curva¹⁴. Ellos se sintetizan en el Cuadro 6 y en el Gráfico 3.

Llama la atención en estos resultados la discontinuidad que se observa en los niveles de exportación de "equilibrio" cuando el precio inicial pasa de 55 a 50 cts. La expansión rentable baja de un 45 a un 10 %. Esta discontinuidad se explica por la presencia de dos factores:

- a) Cuando las divisas generadas por la libra adicional de cobre disminuyen en un cierto valor, aparece un mejor uso alternativo de los recursos escasos en el fomento de exportaciones en otros sectores, como el caso de maderas y papel que ya hemos señalado. Es decir, el modelo escoge expandir las exportaciones en otros sectores.
- b) Simultáneamente a la menor rentabilidad en el cobre y dado que la expansión de exportaciones en otros sectores está limitada, al bajar el precio inicial del cobre a 50 cts. se hacen rentables un conjunto de actividades de sustitución de importaciones en diferentes sectores, que no lo eran para precios del cobre más altos¹⁵. La sustitución de importaciones aparece como una forma alternativa de ahorrar un recurso escaso, esto es las divisas extranjeras.

En efecto, mientras en la primera solución (55 cts.) el 81,2 % de la oferta total era suministrado internamente, en la segunda (50 cts.) este porcentaje sube a 84,3. Esta actividad de producción, más orientada al mercado interno y menos especializada en un sólo sector, resulta también en tasas menores de desocupación, la que baja de un 7,2 % en la primera solución (55 cts.) hasta 6,6 % en la segunda (50 cts.).

Al cambiar los precios en el rango de 55 a 50 cts., se produce entonces una reasignación de recursos que resulta en una estructura de producción y exportaciones más diversificada y que hace menos rentables grandes expansiones en el sector cobre.

4. Conclusiones

Hemos mostrado la utilización de un modelo multisectorial de planificación para determinar un programa eficiente de inversiones en el sector minería del cobre en Chile.

Los resultados deben tomarse cuidadosamente dadas las limitaciones propias del tipo de modelo que se ha usado y de los supuestos relativos al comportamiento "conservador" de los otros productores. Los resultados indicarían una alta rentabilidad social para incrementos en la capacidad productiva del cobre, en tanto los precios iniciales de equilibrio sean superiores a los 50 cts./lb. (dólares 1965) que equivalen a 75 cts./lb. en dólares

¹⁴ Estos factores exógenos están "representados" en el modelo por los precios iniciales de equilibrio supuestos para el cobre, los que varían entre 65 y 42 cts.

¹⁵ Por razones de brevedad en la presentación se omite aquí el detalle del comportamiento de cada sector en cuanto a producción, inversión, sustitución de importaciones y empleo. Este análisis sería similar al que puede encontrarse en FOXLEY, A., op. cit.

de 1974. Si el precio mundial prevaleciente en el mediano-largo plazo (antes de la expansión de capacidad en Chile y suponiendo que los otros productores no aumentan su oferta a un ritmo mayor del que se expande la demanda mundial) estuviera en el rango de 60 a 65 cts. (dólar 1965) o sea entre 90 y 99 cts./lb. en dólares 1974, se justificaría aumentos en las exportaciones chilenas de cobre de hasta 54 % con respecto a los niveles proyectados por ODEPLAN para 1975¹⁶. Para precios alrededor de 55 cts. (dólar 1965) es decir 83 cts./lb. (dólar 1974), parece rentable una expansión del orden del 45 %. Si los precios se mantienen en el rango de 50 cts., el modelo indica una expansión eficiente, desde el punto de vista del uso alternativo de los recursos del orden de un 10 % sobre los niveles proyectados por ODEPLAN¹⁷. Para precios de 42 cts. o inferiores, el modelo señala la inconveniencia de expansiones adicionales en la producción del mineral dentro del horizonte de tiempo que se analiza (5 años).

El modelo también muestra que el sector competitivo en el uso de recursos escasos de divisas y ahorro con respecto al cobre sería el de Maderas y Papel.

Finalmente, habría que señalar que el modelo podría también ser utilizado para estudiar situaciones particulares de algunos productos en mercados más restringidos (como el Area Andina) en los que, introduciendo elasticidades precio de la demanda enfrentada por Chile en esos mercados para otros productos, podría aplicarse la misma metodología aquí señalada para el cobre. Igualmente, el método es utilizable para analizar el caso de otros productos básicos exportados por diversos países latinoamericanos.

¹⁶ Las expansiones adicionales serían de 54 % si el precio es de 65 cts. y 48 % si es de 60 cts.

¹⁷ La expansión proyectada en el Plan 1971-76 supone un precio del cobre promedio de 50 cts./lb. Nuestros resultados estarían confirmando que, de prevalecer ese precio, el programa de ODEPLAN estaría dentro del rango de la decisión más eficiente, con respecto a los beneficios sociales obtenidos por las divisas generadas y con respecto al costo de oportunidad en el uso de los recursos internos. Ver ODEPLAN, "Resumen del Plan de la Economía Nacional 1971-1976", Santiago 1971.

CONCENTRAR O DIVERSIFICAR EXPORTACIONES:
EL CASO DEL COBRE EN CHILE

Resumen

En este trabajo se hace una evaluación cuantitativa de las estrategias de expansión de exportaciones en países que tradicionalmente han dependido de un producto básico de exportación.

El análisis se aplica al caso del cobre en Chile. Se usa un modelo multisectorial de optimización al que se introduce una función no lineal que relaciona los ingresos netos de divisas con el quantum de exportaciones de cobre a través de la elasticidad-precio de la demanda mundial de cobre enfrentada por Chile.

Tratándose de un modelo de equilibrio general y de optimización, es posible estimar con él los costos y beneficios sociales alternativos de expandir el sector exportador tradicional versus el incremento de exportaciones en sectores no tradicionales.

Los resultados del modelo indican una preferencia por la estrategia diversificadora de exportaciones para precios en los mercados mundiales inferiores a 75 cts. por libra (dólares 1974).

El instrumental aquí descrito puede ser aplicado igualmente para analizar la estrategia de exportaciones en otras economías monoexportadoras.

CONCENTRATION OR DIVERSIFICATION AS EXPORT STRATEGIES:
CASE OF CHILEAN COPPER

Summary

This paper deals with a quantitative evaluation of export expansion strategies in countries specialized in exporting one basic primary product.

The study is applied to the case of Chilean copper. An optimizing multisectoral model is used. A non-linear function (linearly approximated) relating foreign exchange earnings to quantities of copper exported through the price-elasticity of demand, is introduced into the model.

The optimizing model, which is built in a general equilibrium framework, makes it possible to estimate social costs and benefits of alternative export strategies.

The model's results point to the advantage of export diversification if world copper prices in the medium term were below 75 cts per pound (dollars 1974).

The methodology developed in this paper can be applied to other raw-materials exporting economies.